



CENTRAL ASIAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES AND HISTORY

Journal homepage: <https://cajssh.centralasianstudies.org>



Преимственность При Изучении Явления Дифракции Света И Частиц На Курсах Оптика И Атомной Физики

Абдикамалов Бахтияр Абдиразакович

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, профессор кафедры Физики

Бабахова Гулзиба Зиятбаевна

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза, докторант кафедры
методики преподавания физики

Аннотация:

Рассматривается использование педагогического принципа преимущественности для изучения интерференции и дифракции света, отдельных фотонов и электронов в курсах оптика и квантовая механика. Предлагается методика изложения учебных материалов по дифракции частиц с единой квантомеханической точки зрения. В статье рассматривается преподавание отдельных тем курса оптики и атомной физики по принципу согласованности применения законов квантовой механики. Это дает большой эффект в повышении знаний и умений студентов высших учебных заведений в усвоении физических законов.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 09-Apr-23

Received in revised form 15-Apr-23

Accepted 07-May-23

Available online 23-June-2023

Ключевые слова:

преимственность, последовательность в образовании, курс оптики, курс квантовой механики, дифракция света, дифракция отдельных электронов, система компьютерной алгебры Mathematica.

Степень изученности проблемы. До этого было проведено множество исследований преимущественности. Из них Южикова Т.А. на докладе «Преимственность в преподавании физики на уровне основного и среднего общего образования» примерами преимущественности курсов физики начальной, средней и основной школы являются знания о живой и неживой природе, о методах познания природы, знакомятся со значением Солнца и воды в жизни человека, с тремя агрегатными состояниями воды. Также знакомятся с влиянием Солнца на жизнь на Земле, с

моделью Земли, с понятиями горизонт, стороны горизонта, вращением Земли вокруг своей оси, понятием сутки, год, движением Земли вокруг Солнца, причинами изменения времен года на Земле, смена дня и ночи. Учатся наблюдать за высотой Солнца в течении дня, знакомятся с изменением длины тени предметов в зависимости от высоты источника света, это на среднем уровне и высшим образованием является большой педагогической проблемой. А на электронном ресурсе Сманцера "Теория и практика реализаций преемственности в обучении школьников и студентов" будет проведен ретроспективный анализ условий преемственности образования, его реализации в истории педагогической мысли и практики обучения, сформулированы теоретические основы преемственности образования[12,2].

Введение. Известно, что с точки зрения методики преподавания физики о наиболее общих законах природы и являющейся основой всего естествознания, создает особые условия при её изучении и преподавании на различных уровнях образовательного процесса. Будучи количественной наукой, физика тесно связана с математикой, что делает её освоение сравнительно сложным. На основе физики формируются научные знания о природе и материи, мировоззрение выпускников физических и инженерных специальностей вузов. В результате этого проводится большой объем исследовательских работ по использованию новых методов обучения, основанных, в первую очередь на бурное развитие самой физики и на развитие средств и методов обучения, основанных на последние достижения компьютерных и информационных технологий. Здесь особо проявляется необходимость обеспечения непрерывности образования, включающей в себя согласованность, преемственность всех компонентов образовательной системы на каждой ступени процесса обучения.

Методы исследования и предложения. В изучении физики принцип преемственности относится к идее о том, что концепции и принципы, изучаемые в одном разделе или на одном уровне физики, должны основываться и расширять те, которые были изучены в предыдущих разделах или на предыдущих уровнях. Это означает, что знания и навыки, полученные на одном курсе или на одном уровне, должны быть использованы в качестве основы для изучения более сложных и продвинутых концепций в следующем. Этот принцип часто применяется при разработке учебных программ по физике и согласовании образовательных стандартов по физике на разных уровнях образования, таких как средняя школа и колледж. Он помогает учащимся понять взаимосвязь и взаимозависимость физических понятий и принципов, а также то, как они опираются друг на друга. Наряду с этим педагогический принцип преемственности в процессе преподавания оптики и квантовой механики требует, чтобы концепции и идеи должны быть представлены студентам в логическом и постепенно усложняющемся порядке. Это позволяет им заложить прочный фундамент знаний и понимания, прежде чем переходить к более продвинутому и абстрактным концепциям. Такой подход полезен, поскольку он помогает будущим специалистам устанавливать связи между различными понятиями, лучше запоминать и применять изучаемый материал.

Анализ и результаты Проводится большая работа по обеспечению преемственности в изучении физики в общеобразовательных, средних-специальных и высших учебных заведениях. Естественно, такие работы позволяют выявить как общие закономерности в формировании целостного (системного) знания о конкретных учебных предметах, так и имеющихся недостатках в определении содержания и объема изучаемых предметов, использования необходимых в конкретных случаях методов и средств обучения. Здесь мы под преемственностью понимаем последовательный переход от одной ступени образования к

другой, выражающийся в сохранении и постепенном изменении содержания, форм и методов обучения. Тем, не менее, отметим отсутствие фундаментальных исследований о закономерностях развития фундаментальных знаний студентов по различным разделам физической науки.

С философской точки зрения этот принцип соответствует идее конструктивизма, согласно которой каждый из нас активно формирует свое собственное понимание мира через свой опыт и взаимодействие с ним. Принцип преемственности также отражает веру в то, что обучение - это кумулятивный процесс, и что люди должны получить прочный фундамент знаний и навыков, чтобы в дальнейшем иметь возможность понимать и применять более сложные концепции и идеи.

В течение ряда лет нами было обращено особое внимание на вопросы преемственности при преподавании курсов оптики, атомной физики и квантовой механики в рамках подготовки специалистов по физике в университетах Республики Узбекистан и других стран [6,10]. Особое внимание было обращено на формирование знаний по атомной физике и квантовой механике на основе знаний, полученных при изучении курса оптики. При этом процесс обучения строился в основном на принципе индивидуализации обучения, ориентации на самостоятельную учебную деятельность каждого студента, широкого применения систем компьютерной алгебры и проведения компьютерных демонстративных экспериментов. Настоящее исследование является продолжением применения принципа преемственности при изучении квантовых закономерностей на основе знаний по волновой оптике, а именно вопросы изложения дифракции электронов на двух щелях путем использования вероятностных квантомеханических методов, дающих в конечном счете одинаковые результаты с волновой оптикой.

Методика изучения дифракции света на двух щелях была изложена в нашей предыдущей статье [8,68], где изложение вопроса производится на основе обычного представления о сложении амплитуд волн и принимается в расчет взаимная интерференция волн, идущих из первой и второй щелей.

При изучении дифракции электронов в основном принимается аналогичная процедура расчета амплитуды (вероятности) с учетом разностей ходов взаимно интерферирующих волн. В результате этого можно формировать у студентов единых взглядов на процесс формирования интерференционных или дифракционных картин независимо от природы используемых волн. Однако, в квантовой механике господствуют свои закономерности и принципы, принципиально отличающиеся от классических закономерностей. Речь идет в первую очередь о вероятностном характере результатов измерений в квантовой механике, что делает необходимым использования мысленных экспериментов и более глубокого изучения её математического аппарата. Как показывает опыт, только при таком подходе можно формировать у студентов знаний о формировании интерференционной картины с точки зрения квантовой механики и её связи с волновой оптикой. Заметим, что в квантовой механике субатомные частицы описываются набором квантовых состояний, которые определяют свойства частицы. В рассматриваемом нами случае эти квантовые состояния могут также использоваться для описания поведения света, например, его поляризации и углового момента.

Мысленный эксперимент по прохождению отдельных электронов через двух щелей описан в фейнмановских лекциях по физике [3,9]. Аналогичные эксперименты затем широко

использовались многочисленными авторами с целью наглядного представления изучаемого явления. Воспользовавшись идеями Р.Фейнмана, можно рекомендовать метод изложения вопроса для студентов старших курсов бакалавриата и магистрантов специальности "физика", суть которого состоит в следующем:

Рассматриваются частицы с массами m , вылетающими из точечного источника с одинаковой нерелятивистской скоростью и проходят через двумя узкими щелями, расположенных симметрично относительно источника на известном расстоянии друг от друга. Пролетев через щели частицы попадают на экран, где они могут быть зарегистрированы. При этом, естественно, из-за волновой природы частиц, вероятность обнаружения частиц на экране оказывается не однородной, а имеет характерные для интерференционной картины максимумы. Расстояние между максимумами определяется на основе особенности геометрии эксперимента, а также длины волны де Бройля. При этом, на основе квантовых закономерностей, частица, вылетевшая из точки r_1 , будет обнаружена в точке r_2 , определяется по формуле $\langle r_1 \rangle = \frac{1}{|r_2 - r_1|} \exp \exp \left(\frac{i}{\hbar} |r_2 - r_1| \right)$. На основе этого выражения, а также согласно свойствам амплитуд вероятностей, легко можно найти амплитуду вероятности того, что вылетавшая из точечного источника S попадает в точку A на экране наблюдения. При этом для обозначения искомой амплитуды вероятностей следует использовать дираковское обозначение $\langle S \rangle$. То обстоятельство, что обе щели расположены симметрично относительно источника значительно упрощает рассматриваемую задачу. Дальнейший ход изложения вопроса осуществляется путем учета геометрии эксперимента, именно, используются расстояния от наблюдаемых точек до щелей. При этом, малое расстояние между щелями делает все расстояния от наблюдаемой точки до щелей почти одинаковыми и это обстоятельство на основе простых соображений приводит к нахождению амплитуды вероятности обнаружения частицы в точке наблюдения A и определению условия ее максимальности. Важно отметить, что при изложении вопроса следует суммировать не вероятностей, а амплитуды вероятностей. В результате этого для расстояния a между соседними дифракционными максимумами получается выражение $a = \frac{L}{d} \cdot \frac{2\pi\hbar}{p} = \frac{L\lambda}{d}$, хорошо известный из курса оптики результат для случая дифракции света на двух щелях. В этом выражении $p = mv$ - импульс частицы.

Здесь следует отметить, что полученный результат, который имеет чисто квантовую природу, пригоден для любых частиц с импульсом p , как массивных, так и безмассивных.

Следует отметить, при проведении всех видов учебных занятий была использована универсальная система компьютерной алгебры Mathematica. Одной из ключевых особенностей этой системы является ее способность выполнять сложные символьные вычисления, что делает ее идеальным инструментом для успешного применения принципа преимущества в этих областях. Отметим, что в демонстрационном проекте компании Wolfram Research Wolfram (WOLFRAM Demonstrations Projekt) имеется большая коллекция интерактивных программ, называемых демонстрациями (Demonstrations), которые предназначены для визуального и интерактивного представления идей из различных областей. Среди них можно найти такие демонстрации, как "Корпускулярно-волновой дуализм в двухщелевом эксперименте", пригодные для демонстрации единичных фотонов и других частиц.

Другим способом использования системы Mathematica в преподавании оптики и квантовой механики является использование интерактивного моделирования. Встроенные в систему

Mathematica возможности визуализации позволяют создавать интерактивные симуляции, которые могут помочь студентам понять поведение света и материи в различных ситуациях. Например, можно создать интерактивную симуляцию эксперимента с двойными щелями, где студенты могут изменять параметры эксперимента, такие как расстояние между щелями или расстояние от щелей до экрана, и наблюдать, как это влияет на результирующую дифракционную картину.

Таким образом, при рассмотрении мысленного эксперимента по интерференции частиц на двух щелях можно добиться значительного успеха в понимании сути квантомеханической природы явления интерференции или дифракции частиц, а также таких важных понятий, как вероятность, амплитуда вероятности и др. При этом ярко проявляется преимущество в обучении в рамках преподавания различных разделов курсов общей и теоретической физики. При этом суть преимущества заключается в установлении необходимой связи и правильного соотношения между частями физики на разных ступенях его изучения.

Выводы и приложения. Следует отметить, что принцип преемственности в образовании - это фундаментальный аспект эффективного преподавания и обучения, необходимым для успешного обучения студентов. Обеспечивая логическую и последовательную последовательность обучения, вводя новые понятия таким образом, чтобы они опирались на предыдущие знания, и предоставляя каждому студенту возможность проанализировать и применить полученные знания, мы можем гарантировать, что завтрашние специалисты будут готовы к будущим возможностям обучения и смогут достичь более глубокого понимания предлагаемого учебного материала.

Литература

1. В.А.Сластенин, И.Ф.Исаев, Е.Н. Шиянов. Педагогика. – М.: Академия, 2008. – 576 с.
2. Л.Б.Половникова. Методическая система преемственности курса физики технического вуза (на примере вводного раздела "Механика")//Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.
3. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс. Задачи и упражнения с ответами и решениями. Издание 4-е. Москва. Едиториал УРСС. 2004. 272 с.
4. Оптика. Атомная физика: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физика», «КСЕ» для студентов I и II курсов всех направлений и форм обучения / Е.П. Теслева; Юргинский технологический институт. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2013. – 76 с.
5. Оптика и атомная физика: Лабораторный практикум / А. Е. Бурученко, В. А. Захарова, В. Л. Серебренников, С. С. Лаптев, Г. Н. Харук, П. П. Машков, Л. В. Степанова, И. А. логинов, С. И. Мушарапова – Красноярск: СФУ, 2011. 89 с.
6. Джораев М., Абдикамалов Б., Хожаназарова Р. Компьютерный эксперимент с использованием формул Планка и Релея-Джинса для оценки границ квантовых и классических закономерностей при преподавании курсов оптики и атомной физики // ISSN 2010-720X. Илим ҳам жамийет. №1.2020.8-10ст.

7. Joraev M., Abdikamalov B., Khozhanazarova R. Methodological aspects of using a quantum-mechanical potential well with impermeable walls to explain the Rayleigh-Jeans law using a computer experiment // *Academicia An International Multidisciplinary Research Journal*. – Affiliated to Kurukshetra University, Kurukshetra, India, Vol.10, Issue 7, July 2020, 116-120p. ISSN:2249-7137. Impact Factor: SJIF 2020=7,13. DOI: 10.5958/2249-7137/2020/00879.4
8. Джораев М., Абдикамалов Б., Хожаназарова Р. Методические вопросы проведения компьютерного эксперимента для демонстрации оптического аналога движения частицы в области потенциального порога // *Путь наука*, ISSN 2311-2158 Международный научный журнал, №5 (75), 2020, Импакт-фактор 0.543. Волгоград 2020, стр 68-70.
9. Бабахова Г.З. К вопросу методики изучения теории атомов водорода при преподавании курса квантовая механика *Ijtimoiy-gumanitar fanlarning dolzarb muammolari* №3, 2023, 283-289. ISSN 2181-1342, <https://scienceproblems.uz>
10. G.Z. Babakhova. Computersimulation von Demonstrationsexperimenten zur Beugung von Licht, Röntgenstrahlen und Elektronen für Studierende und Doktoranden der Physik Berlin Studies Transnational Journal of Science and Humanities ISSN 2749-0866 Vol.2 Issue 1.5 Pedagogical sciences <http://berlinstudies.de/> 974- 979 p
11. Южикова Т.А. Доклад: «Преемственность в преподавании физики на уровне основного и среднего общего образования» 2021г. 10стр. Саратов обл
12. Теория и практика реализации преемственности в обучении школьников и студентов [Электронный ресурс] / А. П. Сманцер. – Минск : БГУ, 2011. – Режим доступа : <http://www.elib.bsu>, ограниченный. ISBN 978-985-518-586-5.